

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-330531

(43)Date of publication of application : 22.12.1997

(51)Int.Cl. G11B 7/135  
G02B 7/00

(21)Application number : 08-146936 (71)Applicant : SANKYO SEIKI MFG CO LTD

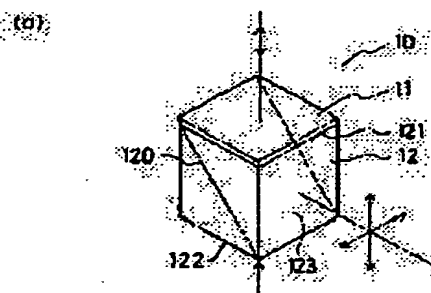
(22)Date of filing : 10.06.1996 (72)Inventor : HAYASHI KENICHI  
KOBAYASHI KAZUO

## (54) OPTICAL PICKUP DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical pickup device, which can achieve the compact configuration, light weight and the simplification of the adjusting work of an optical element at the time of mounting, by using the complex optical element having the optical action of a  $1/4$  wavelength substrate.

SOLUTION: In a complex optical element 10, a slant deposition film 11 is formed on a light passing surface 121 positioned on the upper surface of a polarization beam splitter 12. This slant deposition film 11 is the film, on which the inorganic material such as  $Ta_2O_5$ ,  $WO_3$ ,  $Bi_2O_3$ ,  $TiO_2$  or the like is deposited from the slant direction for the normal direction H of the light passing surface 121 and has the double refraction action. Therefore, this device using the complex optical element 10 constitutes the device, wherein the different  $1/4$  wavelength plate is omitted substantially. Thus, this device has the compact configuration and the light weight by that amount.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.11.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-330531

(43) 公開日 平成9年(1997)12月22日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/135

Z

G 0 2 B 7/00

G 0 2 B 7/00

H

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-146936

(22) 出願日 平成8年(1996)6月10日

(71) 出願人 000002233

株式会社三協精機製作所

長野県諏訪郡下諏訪町5329番地

(72) 発明者 林 賢一

長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 株式会社

三協精機製作所内

(72) 発明者 小林 一雄

長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 株式会社

三協精機製作所内

(74) 代理人 弁理士 横沢 志郎 (外1名)

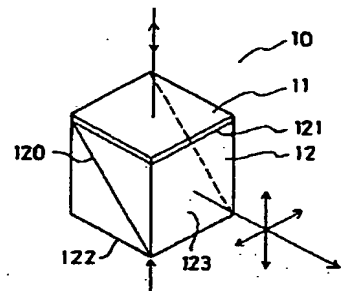
(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置

(57) 【要約】

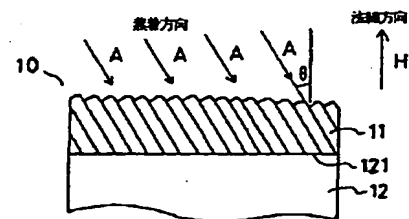
【課題】 1/4波長板の光学作用を備えた複合光学素子を用いることにより、小型・軽量化、および実装時の光学素子の調整作業の簡略化を図ることのできる光ピックアップ装置を提供すること。

【解決手段】 複合光学素子10は、偏光ビームスプリッタ12の上面に位置する光通過面121に斜め蒸着膜11が形成されている。この斜め蒸着膜11は、光通過面121の法線方向Hに対してTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>等の無機物を斜め方向から蒸着した膜であり、複屈折作用を有する。従って、この複合光学素子10を用いた光ピックアップ装置は実質的に別体の1/4波長板を省略したものとなる。このため、光ピックアップ装置は、その分、小型かつ軽量である。

(a)



(b)



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源と、該光源から出射されて光記録媒体から反射されてくる光を検出する光検出器とを少なくとも有し、前記光源から前記光検出器に至る光路上には、 $1/4$ 波長板としての光学作用を備える第 1 の光学素子と、該第 1 の光学素子とは異なる光学作用を備える第 2 の光学素子とが配置された光ピックアップ装置において、

前記第 1 の光学素子は、前記第 2 の光学素子の光通過面に対して斜め方向から蒸着することによって複屈折作用をもたせた蒸着膜から構成されていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記第 2 の光学素子は、ホログラム光学素子、偏光ビームスプリッター、反射ミラー、および対物レンズのうちいずれかの光学素子であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 において、前記第 1 の光学素子側の光通過面、前記第 2 の光学素子側の光通過面、および前記第 1 の光学素子と前記第 2 の光学素子との境界面のうちのいずれかの面には反射防止膜が形成されていることを特徴とする光ピックアップ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光記録媒体に対して情報の記録・再生を行う光ピックアップ装置に関するものである。さらに詳しくは、 $1/4$ 波長板とその他の光学素子を一体化した複合光学素子を用いた光ピックアップ装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 コンパクトディスク (CD) 等の光記録媒体から記録情報を再生するための光ピックアップ装置では、光源から出射されるレーザービームおよび光記録媒体からの反射光を効率よく利用するため、様々な光学素子によってレーザービームと反射光との偏光面を変えたり、所定の偏光面をもつ光だけを透過させる等の工夫がされている。たとえば、図 5 に示す光ピックアップ装置 50 では、半導体レーザー 21 から光記録媒体 27 に至る光路上には、レンズ 22、ミラー 23、偏光ビームスプリッタ 54、 $1/4$ 波長板 55、対物レンズ 26 が配置され、これらの光学素子を介して、半導体レーザー 21 から出射されたレーザービームは光記録媒体 27 上に集光するようになっている。また、光記録媒体 27 からの反射光は、対物レンズ 26 および  $1/4$ 波長板 55 を介して偏光ビームスプリッタ 54 に入射される。この間に、レーザー光は  $1/4$ 波長板 55 を二度通過するので、 $\lambda/2$ 板を一度通過したときのように偏光面が  $\pi/2$ 回転する。従って、光記録媒体 27 からの反射光は、偏光ビームスプリッタ 54 においてすべて反射され、光検出器 28 で受光される。

【0003】 このような光ピックアップ装置 50 を構成

するにあたり、従来は、複屈折性を有する水晶の単結晶を薄板状にしてガラス基板に貼り付けたものを  $1/4$ 波長板 55 として用いている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来のように、水晶の単結晶をガラス基板に貼り付けた  $1/4$ 波長板 55 では、それ自体が相当の厚みおよび重さを持つため、光ピックアップ装置 50 の小型化、軽量化を図れないという問題点がある。また、光ピックアップ装置 50 に  $1/4$ 波長板 55 や偏光ビームスプリッタ 54 を実装するときには、これらの光学素子の実装状態をそれぞれレーザの偏光方向に合わせて調整する必要があるため、その調整作業に手間がかかるという問題点がある。

【0005】 以上の問題点に鑑みて、本発明の課題は、 $1/4$ 波長板の光学作用を備えた複合光学素子を用いることにより、小型・軽量化、および実装時の光学素子の調整作業の簡略化を図ることのできる光ピックアップ装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため、本発明では、光源と、該光源から出射されて光記録媒体から反射してくる光を検出する光検出器とを少なくとも有し、前記光源から前記光検出器に至る光路上には、 $1/4$ 波長板としての光学作用を備える第 1 の光学素子と、該第 1 の光学素子とは異なる光学作用を備える第 2 の光学素子とが配置された光ピックアップ装置において、前記第 1 の光学素子は、前記第 2 の光学素子の光通過面に対して斜め方向から蒸着することによって複屈折作用をもたせた蒸着膜から構成されていることを特徴としている。

【0007】 本発明では、第 2 の光学素子の光通過面に対して斜め方向から五酸化タantal ( $Ta_2O_5$ )、酸化タングステン ( $WO_3$ )、三酸化ビスマス ( $Bi_2O_3$ )、酸化チタン ( $TiO_2$ ) 等を蒸着すると、この斜め蒸着膜は、 $1/4$ 波長板としての光学作用を有する。すなわち、このような斜め蒸着膜を第 2 の光学素子の光通過面に成膜するだけで、第 2 の光学素子に対して  $1/4$ 波長板としての光学作用をもつ第 1 の光学素子を付加できる。従って、光ピックアップ装置に 2 つの光学素子をそれぞれ実装しなくてもよいだけでなく、別体の  $1/4$ 波長板を用いる必要がないので、本発明の光ピックアップ装置は小型でかつ軽量である。

【0008】 また、別体の 2 つの光学素子を光ピックアップ装置に実装した場合には、それぞれについて実装状態を調整する必要があるのに対して、本発明の光ピックアップ装置においては、2 つの光学素子の実装状態を一度に調整できることになるので、調整作業を簡略化できる。

【0009】 本発明の光ピックアップ装置において、前記第 2 の光学素子は、たとえば、ホログラム光学素子、

偏光ビームスプリッタ、反射ミラー、または対物レンズである。たとえば、CD等の光記録媒体に対する光ビツクアツツ装置では、従来、それぞれ別体として構成されたいが、偏光ビームスプリッタを第2の光学素子として、その光透過面に前記の斜め蒸着膜を形成すれば、1/4波長板を付加した偏光ビームスプリッタ（複合光学素子）を得ることができる。それ故、光ビツクアツツ装置に偏光ビームスプリッタと1/4波長板とを実装する際でも、この1/4波長板を付加した偏光ビームスプリッタを実装すればよいので、光ビツクアツツ装置の小型化、軽量化を図ることができる。また、光ビツクアツツ装置において、レーザの偏光方向に1/4波長板や偏光ビームスプリッタの実装状態をレーザの偏光面に合わせるときには、偏光ビームスプリッタ（複合光学素子）を調整するだけでよいので、調整作業を簡略化することができ

【0010】本発明の光ビツクアツツ装置では、光の利用率を向上させるという観点から、前記第1の光学素子側の光透過面、前記第2の光学素子側の光透過面、または前記第1の光学素子と前記第2の光学素子との境界面のうちの少なくとも何れかの面には反射防止膜を形成しておくことが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明に係る光ビツクアツツ装置を説明する。

【0012】【実施例1】図1は、本発明に係る光ビツクアツツ装置の概略構成を示す図である。

【0013】図1において、本例の光ビツクアツツ装置20は、CD等の光記録媒体用の光ビツクアツツ装置であり、光源である半導体レーザ21から出射されるレーザビームを光記録媒体27に集光するための往路と、光記録媒体27からの反射光を光検出用のフォトダイオードなどの光検出器28に導くための復路とに分けることができる。

【0014】往路には、半導体レーザ21から光記録媒体27に向かつて、レンズ22、ミラー23、複合光学素子10、対物レンズ26がこの順に配置されている。ここで、複合光学素子10は、偏光ビームスプリッタ12と1/4波長板としての光学作用を有する蒸着膜11とから構成されている。従って、半導体レーザ21から出射されたレーザビームは、複合光学素子10の偏光ビームスプリッタ12の部分で透過した後、1/4波長板としての光学作用を有する斜め蒸着膜11を通過する際に、ほぼ全てが複合光学素子10によって直線偏光から円偏光に変換され、しかる後に対物レンズ26を介して光記録媒体27に集光される。集光されたレーザビームは、光記録媒体27に記録されたデータに基づいて強度変調を受けながら反射されて復路に導かれる。

【0015】復路には、光検出器28に向かつて対物レ

レンズ26および複合光学素子10がこの順に配置されている。光記録媒体27からの反射光は、対物レンズ26を介して複合光学素子10に入射する。複合光学素子10に入射した反射光は、1/4波長板としての光学作用を有する斜め蒸着膜11を通過する際にほぼ全てが円偏光から直線偏光に変換される。この間、レーザビームは、1/4波長板としての光学作用を有する斜め蒸着膜11を二度通過したことになるので、この直線偏光の偏光面は、半導体レーザ21から出射されたレーザビームの偏光面に比して90°分だけずれている。このため、直線偏光のほぼ全てが複合光学素子10の偏光ビームスプリッタ12としての光学作用によって反射され、光検出器28に導かれる。従って、光検出器28の検出結果に基づいて、光記録媒体27に記録されているデータの再生を行うことができる。

【0016】（複合光学素子の構成）本発明を適用した光ビツクアツツ装置に用いられる複合光学素子を図2を参照して説明する。

【0017】図2（a）は、本例の複合光学素子を示す説明図、図2（b）は、この複合光学素子に形成した斜め蒸着膜の構造を模式的に示す説明図である。

【0018】図2（a）に示すように、本例の複合光学素子10は、1/4波長板（第1の光学素子）としての機能をもつ偏光ビームスプリッタ12（第2の光学素子）に付加されたものである。図2（a）において、偏光ビームスプリッタ12を角形の光学素子として表したとき、その下面、上面、および側面がそれぞれ光透過面122、121、123となるように偏光分離膜120が形成されている。

【0019】本例では、偏光ビームスプリッタ12の光透過面122、121、123のうち、上面側の光透過面121に1/4波長板（第1の光学素子）としての機能をもつ斜め蒸着膜11が形成された構成になっている。

【0020】この斜め蒸着膜11は、図2（b）に示すように、偏光ビームスプリッタ12の光透過面121に対して、その法線方向Hに対して所定の角度をなす矢印Aの方向から蒸着された五酸化タングステル、酸化タングステン、三酸化ビスマス、酸化チタン等の無機物から構成された蒸着膜である。このように成膜された斜め蒸着膜11は複屈折作用を有することから、本例では、法線方向Hと蒸着方向Aとがなす角度、すなわち、法線方向Hと斜め蒸着膜11の結晶軸とがなす角度を、例えば $\theta = 70^\circ$ とし、かつ、膜厚を調整して、斜め蒸着膜11がほぼ1/4波長板としての光学作用を有するように構成してある。この時、蒸着膜11の結晶光軸は光の偏光方向に対して45°となるように形成する。

【0021】このように構成された複合光学素子10において、偏光ビームスプリッタ12では、その下面側に位置する光透過面122から所定方向に偏光面を有す

5

る直線偏光の光が入射すると、偏光ビームスプリッタ12はほぼ全ての光を透過させ、その上面側に位置する光透過面121から出射する。但し、この方向に対して垂直な方向に偏光している光が、偏光ビームスプリッタ12の上面側に位置する光透過面121から入射すると、この光を偏光分離膜120はほぼ全て反射し、その側面に位置する光透過面123から出射するようになっている。

【0022】また、1/4波長板としての機能を有する斜め蒸着膜11では、たとえば直線偏光の光が通過すると、一方の偏光成分が他方に対して1/4波長だけ遅れて円偏光の光に変換される。逆に、円偏光の光が斜め蒸着膜11を通過すると直線偏光の光となる。

【0023】このように、本例の複合光学素子10は、1つの光学素子でありながら、1/4波長板としての光学作用と、偏光ビームスプリッタとしての光学作用とを兼ね備えた機能を有する。

【0024】また、本例においては、光の利用効率を向上させるために、複合光学素子10を構成する斜め蒸着膜11の表面、偏光ビームスプリッタ12の光透過面122、123、または斜め蒸着膜11と偏光ビームスプリッタ12との境界面（光透過面121）に反射防止膜を形成してもよい。

【0025】このように、本例の光ピックアップ装置20において、複合光学素子10は、偏光ビームスプリッタ12の光透過面121に斜め方向からTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>等の無機物を蒸着し、この斜め蒸着膜11をそのまま1/4波長板として利用しているので、水晶の単結晶をガラス基板に貼り付けた1/4波長板と比較して安価である。また、複合光学素子10は、別体の1/4波長板と偏光ビームスプリッタとを合わせたものと比較して、1/4波長板を実質的に省略でき、小型かつ軽量である。それ故、本例の光ピックアップ装置20は、1/4波長板を実質的に省略してある分、小型かつ軽量である。

【0026】また、本例の光ピックアップ装置20では、偏光ビームスプリッタと1/4の実装状態をそれぞれ個別にレーザービームの偏光方向に合うように調整する必要がなく、複合光学素子10全体としてその実装状態をレーザービームの偏光方向に合うように調整すればよい。このため、本例の光ピックアップ装置20においては、調整作業が簡単である。

【0027】【実施例2】図3は、1/4波長板としての光学作用を有する第1の光学素子（斜め蒸着膜）を形成する第2の光学素子として、対物レンズを用いた複合光学素子を示す説明図である。なお、図3に示す複合光学素子において、各光透過面に成膜されている斜め蒸着膜は、実施例1において図2(b)を参照して説明した斜め蒸着膜11と同様のため、共通する部分には同じ符号を付して、その詳細な説明は省略する。

6

【0028】まず、図3に示すように、複合光学素子10aは、第2の光学素子である対物レンズ13（凸レンズ）の2つの光透過面131、132のうち、曲率半径の大きい方の光透過面131の方に斜め蒸着膜11を形成してある。蒸着膜11は、実施例1に係る複合光学素子と同様に、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>等の無機物を斜め方向から蒸着され、ほぼ1/4波長板（第1の光学素子）としての光学作用を持つ。

【0029】このように構成された複合光学素子10aにおいても、対物レンズ13の光透過面131に斜め方向からTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>等の無機物を蒸着するだけで、対物レンズ13に凸レンズとしての光学作用に加えて1/4波長板としての光学作用をもたせることができるので、対物レンズと水晶の単結晶をガラス基板に貼り付けた1/4波長板とをそれぞれ製造するよりも安価である。また、複合光学素子10aを用いると、1/4波長板を実質的に省略したことになる。すなわち、図5に示した従来の光ピックアップ装置からみれば、1/4波長板55と対物レンズ26とを本例の複合光学素子10aに置き換えたことになるので、その分、複合光学素子10aを用いた光ピックアップ装置は小型かつ軽量である。さらに、本例の複合光学素子10aを用いた光ピックアップ装置では、対物レンズと1/4の実装状態をそれぞれ個別にレーザービームの偏光方向に合うように調整する必要がなく、複合光学素子10aの実装状態をレーザービームの偏光方向に合うように調整すればよい。このため、複合光学素子10aを用いた光ピックアップ装置においては、調整作業を簡略化することができる。

【0030】なお、本例においても、光の利用効率を向上させるために、複合光学素子10aを構成する斜め蒸着膜11の表面、対物レンズ13の光透過面132、または斜め蒸着膜11と対物レンズ13との境界面（光透過面131）に反射防止膜を形成してもよい。

【0031】【実施例3】図4は、1/4波長板としての光学作用を有する第1の光学素子（斜め蒸着膜）を形成する第2の光学素子として、ホログラム光学素子を用いた複合光学素子を示す説明図である。なお、図4に示す複合光学素子においても、光透過面に成膜されている斜め蒸着膜は、実施例1において図2(b)を参照して説明した斜め蒸着膜11と同様のため、その詳細な説明は省略する。

【0032】図4に示すように、複合光学素子10bでは、第2の光学素子としてホログラム光学素子14を用い、その光透過面141、142のうち、平坦な光透過面141の方に斜め蒸着膜11を形成してある。斜め蒸着膜11は、実施例1に係る複合光学素子10と同様に、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>等の無機物が斜め方向から蒸着され、ほぼ1/4波長板（第1の光学素子）としての光学作用を持つ。

7

【0033】このように構成された複合光学素子10bにおいては、光通過面141に斜め方向からTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>等の無機物を蒸着するだけでホログラム光学素子14に1/4波長板としての光学作用をもたせることができる。従って、1/4波長板と偏光性のホログラム光学素子とを用いた光ピックアップ装置において、レーザビームの往路と復路との間における回折を異ならせる際に、それぞれ別体で構成した1/4波長板とホログラム光学素子とを用いる必要がないので、1/4波長板を実質的に省略することができる。

【0034】すなわち、図4(b)に示す光ピックアップ装置20aでは、光源である半導体レーザ21と反射ミラー23との間に複合光学素子10bを蒸着膜11の側を反射ミラー23の側に向けて配置してある。ただし、蒸着膜11の膜厚は、レーザビームが2度通過したときに半導体レーザ21から出射されたレーザビームの偏光面に比して90°分だけずれるように設定されている。したがって、半導体レーザ21から出射されたレーザビームは回折せずに反射ミラー23に入射し、光記録媒体27からの反射光は蒸着膜11を通過すると半導体レーザ21から出射されたレーザビームの偏光面に比して90°分ずれているので、ホログラム光学素子によって±1次回折されて、2つの光検出器28に導かれる。

【0035】このように、複合光学素子10bを用いた光ピックアップ装置20aは、1/4波長板を省略した分、小型かつ軽量である。また、複合光学素子10bを用いた光ピックアップ装置20aでは、1/4波長板とホログラム光学素子の実装状態をそれぞれ個別に調整する必要がなく、複合光学素子10bの実装状態をレーザビームの偏光方向に合うように調整すればよい。このため、複合光学素子10bを用いた光ピックアップ装置においては、調整作業を簡略化することができる。

【0036】なお、本例においても、光の利用効率を向上させるために、複合光学素子10bを構成する斜め蒸着膜11の表面、または斜め蒸着膜11とホログラム光学素子14との境界面(光通過面141)に反射防止膜を形成してもよい。

【0037】[その他の実施例] 光源から光検出器に至る光路上に1/4波長板と反射ミラーとを有する光ピックアップ装置において、反射ミラーの反射面(光通過面)に斜め蒸着膜からなる1/4波長板を形成してもよい。この場合、光の利用効率を向上させるため、斜め蒸

8

着膜の表面、または斜め蒸着膜と反射ミラーとの境界面に反射防止膜を形成してもよい。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光ピックアップ装置は、光学素子の光通過面に対して斜め蒸着膜を形成することによって、光学素子に1/4波長板としての光学作用を付与した複合光学素子を用いていることに特徴を有する。従って、光ピックアップ装置に2つの光学素子をそれぞれ実装しなくてもよいだけでなく、別体の1/4波長板を用いる必要がないので、光ピックアップ装置の小型化、軽量化を図ることができる。また、別体の2つの光学素子を光ピックアップ装置に実装した場合には、それぞれについて実装状態を調整する必要があるのに対して、本発明を適用した光ピックアップ装置では、2つの光学素子の実装状態を一度に調整できることになるので、調整作業を簡略化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図2】(a)は、本発明に係る光ピックアップ装置に用いられる複合光学素子として、偏光ビームスプリッタに1/4波長板としての光学作用を付与した複合光学素子の斜視図、(b)は、偏光ビームスプリッタに形成した蒸着膜の構造を拡大して示す説明図である。

【図3】本発明に係る光ピックアップ装置に用いられる複合光学素子として、対物レンズに1/4波長板としての光学作用を付与した複合光学素子の説明図である。

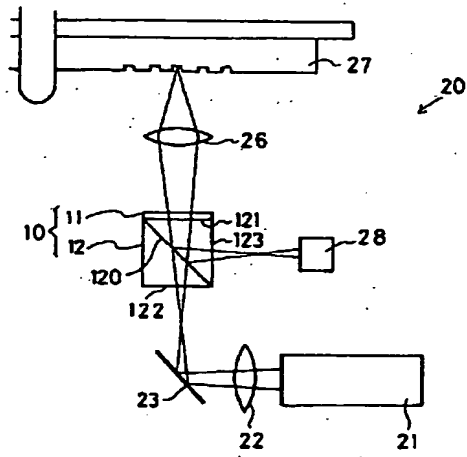
【図4】本発明に係る光ピックアップ装置に用いられる複合光学素子として、ホログラム光学素子に1/4波長板としての光学作用を付与した複合光学素子の説明図である。

【図5】従来の光ピックアップ装置の概略構成図である。

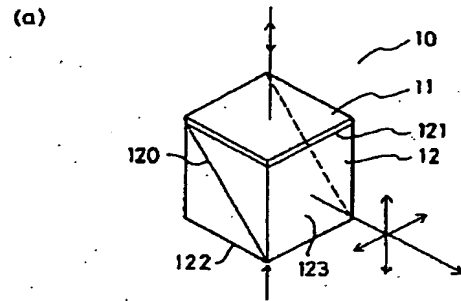
【符号の説明】

10、10a、10b 複合光学素子  
11 蒸着膜  
12 偏光ビームスプリッタ  
121、131、141 光通過面  
13 対物レンズ  
14 ホログラム光学素子  
20 光ピックアップ装置  
21 半導体レーザ21  
27 光記録媒体  
28 光検出器

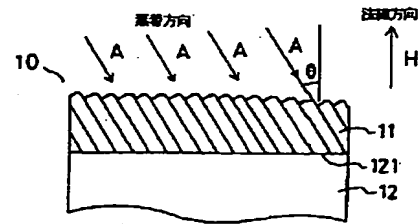
【図 1】



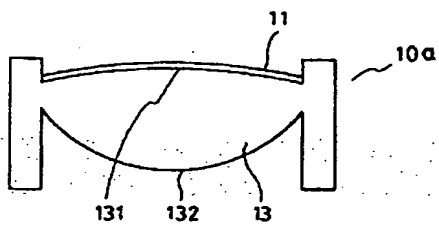
【図 2】



(b)

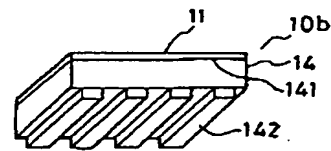


【図 3】

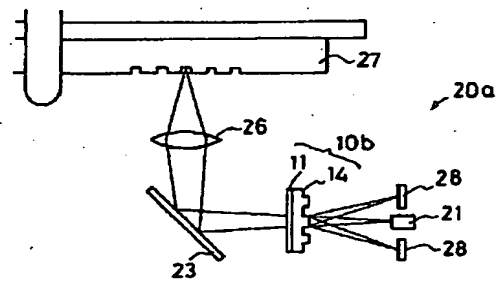


【図 4】

(a)



(b)



【図 5】

